# 国际科研合作对科研绩效的影响研究综述*

■ 陈秀娟[1,2]　张志强[1,2]
[1] 中国科学院成都文献情报中心　成都 610041
[2] 中国科学院大学经济与管理学院图书情报与档案管理系　北京 100049

**摘要：**［**目的/意义**］科研合作是不同科研主体之间围绕特定科学问题开展研究的协同研究工作，以实现科研主体间的优势互补。国际科研合作对促进科研绩效具有重要意义。了解当前国际科研合作对科研绩效影响研究的现状，为未来进一步开展该方面的研究提供参考和借鉴。［**方法/过程**］论文在界定国际科研合作、科研绩效两个重要概念的基础上，从研究层次、分析指标、分析方法 3 个维度对国际科研合作对科研绩效影响研究的论文进行梳理。［**结果/结论**］分析发现，目前该研究领域成果丰富，国内外学者主要从宏观（国家、地区或区域等）、中观（领域或机构、团队等）、微观（科研人员个体）3 个层面，通过简单计数类和单一比值类国际科研合作指标以及科研产出数量类、科研产出质量类和 h 指标类科研绩效指标，采用文献计量学方法、社会网络分析方法及统计学分析的方法对国际科研合作对科研绩效的影响进行探析。未来需加强：科学家层面的研究，拓宽更多科研合作行为的分析；表征科研合作和科研绩效综合类指标的探索；针对性分析模型的创建，并对一些具有重要意义的变量进行控制。

**关键词：**国际科研合作　科研绩效　科研生产力　产出数量　产出质量
**分类号：**G250
**DOI：**10.13266/j.issn.0252-3116.2019.15.015



## 1　引言

科研合作是科学发展极为重要的方面。1963 年，科学计量学奠基人 D. Price 在其专著《小科学与大科学》(*Little Science Big Science*)中首次提出“大科学”的概念，指出现代科学研究具有投资强度大、多学科交叉、实验设备昂贵、研究目标宏大等特点[1]；加之科学问题复杂度的提升和科研人员专业化程度的不断提高，科学研究逐渐从个体的研究向团队内协作乃至跨实验室、跨机构、跨国家（地区）的科研合作研究转变。

随着现代网络信息技术的快速发展，跨国家（地区）的国际科研合作方兴未艾。政策层面，美国、英国、德国、芬兰、法国、俄罗斯、日本、印度等很多国家均推出了国际科研合作战略[2]，支持国际间的合作和交流。中国政府也高度重视国际科研合作工作，改革开放后先后出台了一系列政策和措施促进国际合作。2000 年，我国首个国际科技发展纲要《“十五”期间国际科技合作发展纲要》正式发布，明确提出我国国际科研合作的层次，并对我国“十五”期间的国际科研合作做出了部署和安排[3]。2006 年，《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020 年）》（简称《规划纲要》）颁布，其中一项重要举措为“扩大国际和地区科技合作和交流”[4]。为落实《规划纲要》，科技部、基金委、教育部、中科院等分别发布了国际科研合作相关政策措施。实践层面，各国积极参与国际科研合作提高本国的竞争力和创新优势。2018 年 1 月，美国国家科学基金会（National Science Foundation，NSF）发布的《2018 科学与工程指标》数据显示，2016 年，美国科研人员发表的科学与工程论文中，国际合作论文比例约为 37%，而 2006 年相应的比例约为 25%[5]。2009 年，巴西的国际合作论文占 30%[6]。2017 年 7 月，国家科技评估中心与科睿唯安联合发布的《中国国际科研合作现状报告》显示，2015 年中国国际合作论文发文量达 7.1 万篇（总发文量约 27.8 万篇），同比 2006 年增加

* 本文系国家社会科学基金重点项目“面向领域知识发现的学科信息学理论与应用研究”（项目编号：17ATQ008）研究成果之一。
作者简介：陈秀娟（ORCID：0000-0002-8063-7647），博士研究生；张志强（ORCID：0000-0001-7323-501X），主任，研究员，博士生导师，通讯作者，E-mail：zhangzq@clas.ac.cn。
收稿日期：2018-09-24　修回日期：2018-12-14　本文起止页码：127-139　本文责任编辑：杜杏叶

了4.4倍，跃升为第三大国际科研合作学术产出国；中国的“科研朋友圈”也在不断深化扩大，逐渐成为国际科研合作网络中各国重要的合作伙伴，“十二五”时期，中国的科研合作伙伴已遍及188个国家和地区，全球性覆盖基本达成[7]。

在科学国际化趋势日益加深的背景下，国际科研合作对科学发展起到日益重要的作用，开展国际科研合作的效用研究逐渐成为科研合作研究领域的重要议题，如研究国际科研合作对科技发展的作用、对科研人员自身发展的作用、对研究资源累积的促进作用、对科技论文影响力的提高以及对合作成本的影响等[8]。其中国际科研合作对科研绩效的影响研究是国际科研合作效用研究很重要的一个方面，众多学者开展了相关的研究。F. Barjak 等研究指出，国际合作对欧盟研究团队的科研成果的数量和质量具有正向影响[9]。J. D. Admas 等基于美国排名前110名的大学发表的文献数据开展研究，结果表明研究机构的国际合作与论文的被引频次存在正向影响，但与科学生产力(scientific productivity)存在负相关关系[10]。C. N. Gonzalez-Brambila 等从动态角度利用面板数据探讨了不同维度的网络嵌入(直接联结数量、节点强度、结构洞、中心度、跨学科联系)对科研产出的影响[11]。但总体来看，不同学者开展国际科研合作对科研绩效影响研究所选取的研究视角、研究指标及所使用的分析方法等均存在差异。为了解和掌握当前该领域的研究现状，找出未来该领域研究的切入点，本文在系统调研的基础上首先对国际科研合作、科研绩效两个重要概念进行界定，然后通过文献调研法，从研究层次、分析指标、分析方法几个维度对国际科研合作与科研绩效关系研究的论文进行梳理和分析，具体分析框架如图1所示：

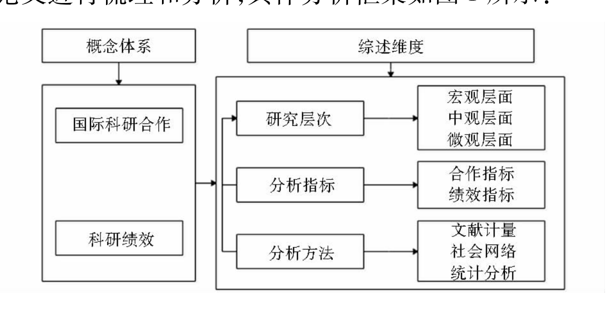



图1 国际科研合作对科研绩效的影响研究分析框架

## 2 国际科研合作与科研绩效的内涵

梳理国际科研合作对科研绩效的影响研究的相关论文，需清晰界定“国际科研合作”和“科研绩效”两个重要概念的范畴。

### 2.1 国际科研合作

(1)科研合作。目前学术界对科研合作的定义不尽相同。科学计量学家 J. S. Katz 和 B. R. Martin 将科研合作定义为科研人员为创造新的知识这一共同愿望而在一起工作[12]。J. Ziman 认为，科研合作可被看作是科学发展到一定“稳定期”之后的产物，进入“稳定期”之后合作效应在提高科学知识产出方面发挥着越来越重要的作用[13]。A. G. Heffner 认为科研合作是科研人员相互作用的一种强烈的形式，在科学活动这一过程中，需要科研工作者通过思想上相互交流，智力上相互沟通，形成最理想的科研合作模式[14]。赵蓉英提出科研合作是指两个或者两个以上科研人员或组织共同致力于同一研究任务，通过相互配合、协同工作而实现科研产出最大化目标的一种科学活动，其本质是合作者之间的资源共享[15]。

综合不同学者提出的科研合作的概念，笔者认为在研究开展过程中，当需要不同性能的仪器设备、不同领域或不同来源的数据以及独特的资源时，科研人员(团队)之间围绕特定科学问题开展科研合作的动力就大大增强，以求思想、仪器、数据和资源的互补和共享，共同完成有明确目标的研究任务，创造新知识、新技术、新成果等[16]。整个研究过程中科研主体间共享资源(可以是智力、知识、声誉，也可以是资金、设备等)发生合作关系，如数据/资源/平台共享、技术引进、人员派遣与交流、国际学术会议、合作建设平台、合作发表成果等(见图2)，其中，合作发表科研成果、形成研究的知识产权是科研合作的最主要表现形式。

(2)国际科研合作。国际科研合作指不同国家或地区之间的科研团队之间进行科研的合作与交流，共享资源，科研合作方实现优势互补或强强联合。即当上述的科研合作主体涉及不同的国家或地区时，便发生了国际科研合作关系。

### 2.2 科研绩效

研究开展过程中，在客观需求、主观动机及原有合作基础的驱动下，科研主体开展各种形式的合作，产生各种直接和间接的效益，如论文、专利、专著等直接的效益及合作主体本身知识、技能、声誉等的提高这种间接的效益，范围较广泛(见图3)。目前研究中常用于表达科研合作效益的术语有科研产出(research output)、科研生产力(research productivity)、科研绩效(research performance)、科研影响力(research impact)、科研质量(research quality)等。从内涵上来看，科研产出、科研生产力一般测度的是科研产出量或科研产出

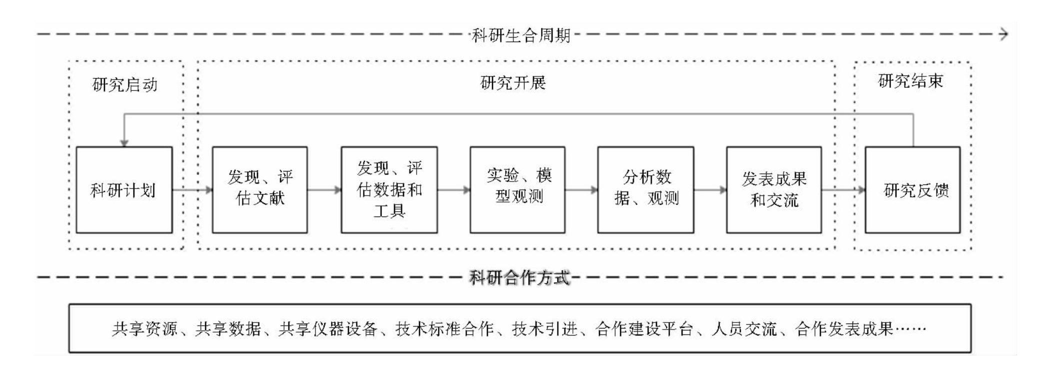



图 2　基于科研生命周期的科研合作

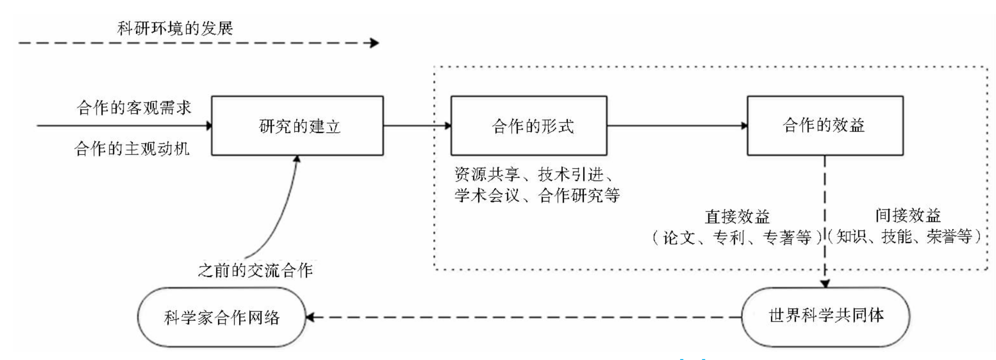



图 3　国际科研合作过程与效益模型[16]

注:模型有改动

的被关注情况;而科研绩效的范围较之稍广泛,可能还包括一些较难测度的间接效益,科研影响力及科研质量一般仅指科研成果的被关注情况。本文主要以“科研绩效”指代国际科研合作产生的效益。

## 3　国际科研合作与科研绩效关系研究

### 3.1　国际合作的研究层次

对国内外学者开展国际科研合作与科研绩效关系研究的论文进行分析发现,这些研究所选择的研究样本主要体现在三个层面:国家、地区或区域等层面(宏观层面)的分析,领域或机构、团队等层面(中观层面)的分析以及科研人员个体层面(微观层面)的分析。

3.1.1　宏观层面的分析　从国家、地区或区域等宏观层面进行国际科研合作与科研绩效关系研究时,国内外学者主要侧重于两方面的分析:

(1)国家角度的国际科研合作对其科研绩效的影响研究分析。这部分研究主要侧重于不同合作模式对科研绩效的影响。J. S. Katz 等以英国 1981－1991 年发表的论文为研究对象,探讨了机构内合作、国内合作、国际合作不同合作模式对论文影响力的影响,结果显示合作论文的影响力高于独著论文,且国际合作论文的影响力最大[17]。N. Ma 等比较分析了 1999－2003 年间中国分子生物学领域国际合作论文和国内论文的影响力差异,结果表明国际合作确实有助于提升中国论文的国际交流和影响力[18]。Z. Hayati 等对伊朗 1998－2007 年 SCIE 论文研究发现,国际合作论文的被引数要远高于无国际合作论文的篇均被引数[19]。王文平以中国发表的国际论文为基础,比较分析了国际合作论文与非国际合作论文的质量及国际科研合作模式对论文质量的影响[20]。从目前的研究成果来看,参与国际合作一般对国家的科研绩效有正向的影响。

(2)不同国家间国际科研合作的获益情况比较分析。这部分研究侧重分析不同国家参与国际合作的绩效是否存在差异,如参与国际合作的国家数量、国家本身的科研影响力等对国际科研合作与科研绩效关系是否存在影响。S. Arunachalam 等分析了发达国家及第三世界国家作者的国际合作论文情况,研究认为国际合著论文与非合著论文相比一般发表在具有较高影响因子的期刊上,并被更多的文献引用[21]。J. Adams 等对英国及其主要合作伙伴国的国际合作格局做了全面的分析,结果显示在合作收益方面英国国际合作论文的平均影响力显著高于其科研论文的总体影响力[22]。V. P. Guerrero Bote 等基于 SCIE 数据库合作论文的定量分析,遴选了美国、俄罗斯、中国等 37 个国家和地区分析了在国际科研合作论文被引用率提升方面的收益

情况,结果显示合作参与的国家越多、影响力越大,国家本身的科学影响力不会显著影响其从合作中获得的收益,但会对与之合作的其他国家产生积极的影响[23]。B. S. Lancho – Barrantes 等以 9 个文献高产出国家和 60 个文献产出量高于 1 000 的国家为研究对象分析与不同国家合作对引用的影响,结果显示国际合作可以提高文章的引用率,但相比之下影响力大的合作国家对文章引用的提高要低一些[24]。对不同国家之间科研合作的比较分析,可得出:国际合作论文一般比非国际合作论文质量更高,更容易发表在高影响因子期刊上;科技领域研究合作国家越多,领域方向的研究影响力(被引频次)一般越大(如 2016 年发表于 Physical Review Letters 上关于引力波的文章,由来自 20 多个国家的 1 011 位作者合著,目前的引用达2 000 多次,且这篇文章的作者中诞生了三位 2017 年诺贝尔物理学奖获得者);科技发达国家与科技一般国家之间的合作,显然可以提高科技一般国家的科研影响力。

3.1.2 中观层面的分析 国内外学者在中观层面对国际科研合作与科研绩效关系研究时主要体现在以下几个层面:

(1)学科领域国际科研合作对科研绩效的影响分析。一方面,侧重于分析单个学科领域国际科研合作的效用,如生物医学(M. Bordons,1996)[25]、金融学(N. K. Avkiran,1997)[26]、天文学(A. F. J. Van Raan,1998)[27]、生物学(S. Arunachalam,2000)[28]、化学(W. Glänzel,2001)[29]、生态学(R. Leimu,2005)[30]等。M. Bordons 等分析探讨了西班牙生物医学领域作者国际合作、国内合作、机构内合作三种不同合作模式对科研产出的影响,研究发现国际合作论文与非国际合作论文相比研究质量更高,国际合作人员与非国际合作人员相比科研产量更多[25]。N. K. Avkiran 以金融领域的 14 种期刊 1987 – 1991 年发表的论文为样本,比较研究合作研究与非合作研究对论文质量的影响,结果发现合作研究与非合作研究的质量不存在显著差异[26]。A. F. J. Van Raan 以荷兰学者在 1980 – 1991 年发表的天文学领域的论文为对象,分析国际科研合作对科研成果影响力的影响,研究发现国际合作论文的自引率比非合作论文高,但其指出自引并不是国际合作论文影响力高的重要原因,国际合作依然对荷兰天文学领域国际影响力有重要作用[27]。另一方面,侧重于分析不同学科领域国际科研合作对科研绩效影响的差异性[31]。F. Narin 等研究欧洲国家 28 个学科领域的国际合作情况及国际合作论文的被引用情况,分析发现国际合作论文稳步上升,生物医学领域的国际合作论文比作者独著论文及国内合著论文都具有较大的影响[32]。C. Suárez – Balseiro 等以波多黎各 1980 – 1999 年 SCIE 中的论文为例,研究国际科研合作对论文发表的期刊档次的影响,结果显示除临床医学、化学、地球空间学等领域外,国际合作论文发表的期刊影响因子普遍高于没有国际合作的论文,此外作者认为有明显促进关系的学科领域其本身在波多黎各就有较好的研究环境和国家政策的支持[33]。贺天伟以 1998 – 2007 年中国被 SCIE 收录的论文为研究样本,将论文归属于 12 个学科领域并通过计算相对引文影响评估中国国际科研合作在不同学科领域的合作质量,结果显示各学科领域的国际合作论文质量均高于中国论文的平均质量,但国际合作论文的质量在不同学科领域相对优势略有不同[34]。H. M. Puuska 等基于芬兰 1990 – 2008 的发文数据分析了国际合作和国内合作对引文的影响在学科间的差异性[35]。对学科领域国际科研合作对科研绩效的影响研究分析,可得出:多数学科领域,国际科研合作有利于提高科研产出的质量;因领域发展、研究环境等的不同,不同学科领域国际科研合作对科研产出质量的影响程度存在差异。

(2)研究机构/团队参与国际科研合作的科研绩效情况分析。这部分研究以科研机构或研究团队为对象研究国际合作对绩效的影响。A. Basu 等以 1997 年印度被 SCIE 收录的论文为研究对象,探讨了国际科研合作对机构论文产出量和论文平均影响因子的影响,研究显示国际科研合作对机构论文产出量和论文平均影响因子均有促进作用,且机构的产出规模会影响这种促进作用,规模越大,国际科研合作的促进作用越明显[36]。S. Goldfinch 等调研分析了新西兰 9 家国家研究机构,研究表明国际合作参与作者数、机构数、国家数均会对论文的被引产生正向影响[37]。L. F. Frederiksen 分析了不同学科国际科研合作和论文合作者数量对丹麦工业机构研究引用的影响,结果显示国际科研合作和多作者论文比较普遍的学科中,它们对引用的影响较显著[38]。G. Prathap 以印度的两家机构的产出数据为来源测度国际合作对机构的科研产出价值提升的影响程度[39]。F. Barjak 等研究指出国际科研合作对欧盟生命科学领域研究团队的科研成果的数量和质量具有正向影响[9]。N. Carayol 等分析了路易斯巴斯德大学的 80 多个实验室的科研成果,研究表明并没有证据支持国际合作有助于提高实验室的研究生产力[40]。通过研究机构参与国际科研合作的科研绩效

陈秀娟，张志强. 国际科研合作对科研绩效的影响研究综述[J]. 图书情报工作,2019,63(15):127－139.

情况的分析,可得出:一般研究机构的产出规模越大,国际科研合作对科研绩效的促进作用越明显;合作参与的国家、机构、作者越多,机构产出论文的质量越高。

(3)领域/机构合作网络结构特征对科研绩效的影响分析。考察国际科研合作网络结构特征对科研绩效的影响是国际科研合作与绩效关系研究的重要组成部分,这部分研究主要利用一些社会网络的指标来测度网络结构特征。S. Uddin 等以钢结构领域 20 年的纵向数据集为研究对象分析合作网络的演变和论文的引用效率,结果显示国际合作论文的引用效率更高,且国际合作论文网络的度中心性和中介中心性与论文的平均引用效率正相关,接近中心性不会影响论文的引用效率[41]。J. L. Ortega 以微软学术搜索为数据源构建自我中心网络(ego network),分析不同学科领域合作网络结构特征是否有差异、这些差异是否与科研绩效有关以及不同的合作形式(机构内、国内、国际)对科研绩效的影响[42]。李文聪等利用中国干细胞研究机构的合著论文数据,分析了科研机构在国际合作网络和国内合作网络中的位置嵌入、关系嵌入和结构嵌入对论文发表数和论文被引频次为代表的科研产出的影响[43]。

3.1.3　微观层面的分析　相较于宏观和中观层面的分析,国内外学者从科研人员个体层面分析国际科研合作与科研绩效关系的研究相对较少。M. J. Kim 比较分析了韩国物理领域科学家国际合作与非国际合作的科研绩效,研究发现合作对引用的影响与合作国相关[44]。Z. L. He 等以新西兰大学 65 位生物医学家 14 年合作出版的纵向数据集研究科研合作与科研产出的关系,结果发现,论文层面,机构内合作和国际合作对论文质量都有积极的影响;科学家层面,只有国际合作对科学家未来的科研产出(论文数量及质量)有正面的影响[45]。R. Sooryamoorthy 基于 SCIE 中的数据研究南非科学家科研合作类型与论文引用量间的关系,并进一步探索了作者所属学科领域及机构对论文引用量的影响,结果显示科学家论文合作的类型会影响论文的引用量,且不管合作与否,作者的学科领域及机构均会对论文引用量产生影响[46]。G. Abramo 等以意大利 82 个高校的科学家在 2001－2005 年发表的论文为对象研究科研的国际化合作程度与科学家科研绩效的关系,结果发现科研的质量和数量都与科研的国家化合作程度呈正相关[47]。G. Abramo 等的另一项国际化合作程度与科学家科研绩效关系的研究表明,高论文产出量和影响力的科学家往往国际合作程度也比较高,但反之却并非如此[48]。

### 3.2　国际科研合作与科研绩效的分析指标

国内外学者在开展国际科研合作与绩效关系的研究中,往往使用一些指标来量化国际科研合作情况和科研绩效情况,以更加直观、有效的展示两者间的关系。下文主要从国际科研合作与科研绩效两个方面对目前研究中所涉及的指标进行梳理和分析。

3.2.1　国际科研合作指标　国际科研合作指标的选取是国际科研合作与科研绩效关系研究中重要的内容,研究内容及目标的不同测度指标也存在差异。借鉴浦墨等对国际科研合作计量指标的分类,本文根据指标计算的难易程度将相关研究中涉及的国际科研合作指标分为简单计数类指标、单一比值类指标(见表1)。

(1)简单计数类指标。简单计数类指标指通过简单的数量统计即可得到的一类指标,如国际合作强度(international collaboration intensity, ICI)、国际合作广度(international collaboration amplitude, ICA)、国家数(number of country, NOC)、作者数(number of author, NOA)、度中心性(degree centrality, DC)等。如 G. Abramo 等提出国际合作强度(ICI)、国际合作广度(ICA)指标测度科研人员科研活动的国际化程度对科研产出数量和质量的影响[48－49]。邱均平等以计算机科学为例测度合作国家数(NOC)与论文被引频次的相关性[49]。N. K. Avkiran 探索金融领域国际合作对单篇论文影响力的影响,认为合作确实对论文影响力有积极作用,但超出三位作者的合作对影响力提升没有显著边际价值[50]。石燕青等测度国际合作产量(国际合作强度,ICI)、国际合作广度(ICA)对学者论文总产量、论文篇均被引频次及论文所在期刊的影响因子的影响[51]。S. Uddin[41]和 J. L. Ortega[42]测度国际合作网络结构特征度中心度(DC)对科研绩效的影响。

(2)单一比值类指标。单一比值类指标即通过两个数量的比值计算得到的一类指标,如国际合作率(international collaboration rate, ICR)、双边合作程度(degree of bilaterality, DB)、合作国科研影响力(capacity of country, CAP)等。G. Abramo[48－49]、石燕青[51]等利用国际合作率(ICR)指标测度科学家的国际化程度。J. Gorraiz 等将国家间的合作分为双边合作、多边合作等,分析不同合作类型下的科研产出数量[52]。王文平通过合作国科研影响力指标,分析合作国科研影响力(CAP)的大小对中国科研产出论文质量的影响[20]。一些学者还利用一些合作网络的特征指标测

度国际科研合作与科研绩效的关系,如介数中心性(betweenness centrality,BC)、接近中心性(closeness centrality,CC)、网络密度(density,D)、聚集系数(clustering coefficient,CC)等。S. Uddin 等测度钢结构领域国际合作论文网络介数中心性(BC)、接近中心性(CC)与论文平均引用效率的关系[41]。M. Bordons 以西班牙药学与药理学为对象研究合作网络特征网络密度(D)、聚集系数(CC)等与科研影响力的关系[53]。

表 1 国际科研合作的主要分析指标

| | 指标 | 含义 | 计算方法 |
|---|---|---|---|
| 简单计数类 | 国际合作强度(ICI) | 合作论文中有非本国作者的论文数,即国际合作论文数 | - |
| | 国际合作广度(ICA) | 国际科研合作文章中涉及的外国国家数 | - |
| | 国家数(NOC) | 研究的样本集中涉及的国家数量 | - |
| | 作者数(NOA) | 每一篇论文涉及的作者数 | - |
| | 度中心性(DC)[54] | 合作网络中一个节点与所有其它节点相联系的程度 | $DC_i = \sum_{j=1}^{n} x_{ij}(i \neq j)$ |
| 单一比值类 | 国际合作率(ICR) | 国际合作论文产量与科研总产量的比值 | $ICR = \frac{国际合作论文数}{总论文数}$ |
| | 双边合作程度(DB) | 双边合作论文占总合作论文的比例 | $DB = \frac{双边合作论文数}{合作论文总数}$ |
| | 合作国科研影响力(CAP) | 某国家(地区)在某个研究领域的科研影响力 | $PC_{ij} = \frac{TC_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} TC_{ij}}$ |
| | 介数中心性(BC)[54] | 经过某个节点的最短路径数目 | $BC_i = \sum_{s \neq i \neq t} \frac{n_{st}^i}{g_{st}}$ |
| | 接近中心性(CC)[54] | 一个节点到所有其他节点的最短路径距离的累加起来的倒数 | $CC_i = \frac{n}{\sum_{j=1}^{n} d_{ij}}$ |
| | 网络密度(D) | 网络中节点间相互连边的密集程度 | $D = \frac{2l}{n(n-1)}$ |
| | 聚集系数(CC) | 网络中节点聚集程度的系数 | $CC_v = \frac{n}{C_k^2}$ |

注:表中度中心性计算公式中 $x_{ij}$ 为节点 $i$ 与节点 $j$ 之间的直接联系,$n$ 是网路中节点的个数;介数中心性计算公式中 $g_{st}$ 为从节点 $s$ 到节点 $t$ 的最短路径的数目,$n_{st}^i$ 为从节点 $s$ 到节点 $t$ 的 $g_{st}$ 条最短路径中经过节点 $i$ 的最短路径的数目;接近中心性计算公式中 $d_{ij}$ 为节点 $i$ 到节点 $j$ 的距离,$n$ 为网路中节点的个数;合作国科研影响力(CAP)计算公式中 $PC_{ij}$ 表示国家(地区)$i$ 在研究领域 $j$ 的科研影响力,$PC_{ij}$ 为国家(地区)$i$ 在研究领域 $j$ 发表论文的被引总频次,$n$ 为研究领域 j 中论文被引总频次排名(Essential Science Indicators,ESI)前 50% 的国家(地区)总量;网络密度计算公式中 $n$ 为网络的节点数,$l$ 为网络中实际连接的边数;聚集系数计算公式中 $k$ 表示节点 $v$ 的所有相邻的节点的个数,$n$ 表示节点 v 的所有相邻节点之间相互连接的边的个数



3.2.2 科研合作绩效指标 不同研究对科研绩效的定义不同,因此科研合作绩效指标也存在多样性。综合现有研究,学者多以科研产出的数量和质量来衡量科研绩效,提出科研产出数量类指标、科研产出质量类指标以及综合科研产出数量和质量的 h 指标类复合指标。

(1)科研产出数量类指标。在多数国际科研合作与科研绩效的研究中均有科研产出数量这个指标,根据研究需求学者常用于表征科研产出数量的指标包括科研产出总论文数(productivity)、论文分数产出(fractional productivity,FP)等。科研产出总论文数指研究范围内国家、机构、领域、团队、个体等所产出的论文总数。如石燕青等分析我国图情领域国际合作程度对学者论文总产量(P)的影响[51]。论文分数产出(FP)指科研人员对其所发表的论文的相对贡献总和,"贡献"指每篇论文合作者数量的倒数,如果一个研究人员发表了 m 篇论文,每篇论文的作者数量为 n,那么该科研人员的论文分数产出为$\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}+\frac{1}{n_3}+\frac{1}{n_m}$。G. Abramo 等的两项分析科研国际化程度与科研绩效关系的研究中均利用了作者论文分数产出(FP)这一指标[48-49]。

(2)科研产出质量类指标。相对于科研产出数量指标,学者选定测度科研产出质量的指标较丰富(见表 2),有科学计量学的传统经典指标,也有基于经典指标衍生出来的一些新指标。

科学计量学经典指标:经典指标指在科学计量中很早即被提出并频繁用于科研合作研究的一些指标,这类指标使用广泛且认可度较高,如论文被引频次(citation,C)(所有论文的总被引次数、国际合作论文总被引频次及国内论文总被引频次等)、论文篇均被引频次(citations per paper,CPP)、高被引论文数(number of highly cited publications,NHCP)、期刊影响因子(im-

陈秀娟,张志强.国际科研合作对科研绩效的影响研究综述[J].图书情报工作,2019,63(15):127-139.

pact factor,IF)等。如在 J. Gorraiz 等分析国际科研合作关键评估因素的文章中通过论文总被引频次(C)、论文篇均被引频次(CPP)以及高被引论文数(NHCP)来测度国际科研合作论文的影响力[52],还有一部分学者通过国际合作论文所发期刊的影响因子(IF)来衡量论文的质量(J. Arunachalam 等[28]、王俊婧[55]、G. Abramo 等[47]、石燕青等[51])。要真正量化论文的质量,以发表论文本身为对象的指标才更为准确、精确。尽管高影响因子期刊上的论文总体上质量较高,但简单以期刊的影响因子代替发表在其中的单篇论文的质量,受到较多诟病。

衍生指标:衍生指标指学者在经典指标的基础上根据具体的研究需要提出的研究指标,和经典指标相比,这类指标数量多、不断推陈出新、计算复杂性明显提高,但使用频率相对较低。具体的指标有国际合作论文未被引论文比率(un-cited international collaboration publication rate,UICPR)、论文效率分数(efficiency,E)、相对引文率(relative citation rate,RCR)、相对引文影响力指数(relative citation impact index,RCII)、相对引文影响(relative citation impact,RCI)、国际合作论文效率指数(international collaboration publication efficiency index,ICPEI)、平均标准化期刊影响力(mean normalized journal impact,MNJS)、平均标准化引文分数(mean normalized citation score,MNCS)、双边合作论文被引度(citation degree of bilaterality,CDB)、皇冠指数(crown indicator,CI)、引用增长量(citation gain,CG)、合作引用率增量(citation rate increment from the collaborator,CRIC)、引用影响增量(incremental citation impact,Δk)等。如王俊婧比较分析国际合作论文与非国际合作论文的未被引论文占论文比率之间是否存在显著性的差异[55]。S. Uddin 等提出论文效率分数(E)指标,标准化每篇论文的年度引用频次,测度论文作者数量、国际合作及网络结构特征对论文引用效率的影响[41]。W. Glänzel 利用其提出的相对引文率(RCR)[56]测度国际合作论文和国内论文的相对引文影响力[57];其又在相对引文率(RCR)基础上提出相对引文影响力指数(RCII),比较欧盟国家国际合作论文与非国际合作论文的影响力[58]。贺天伟基于区域或国家论文相对引文影响指标 RCI[59]提出学科领域的 RCI,测度中国国际合作在不同学科领域的合作质量[34]。王文平通过国际合作论文效率指数(ICPEI)比较国际合作论文和非国际合作论文的相对影响力[20]。M. Bordons 等利用平均标准化期刊影响力(MNJS)指标和平均标准化引用分数(MNCS)指标测度科研产出的质量,探讨合作的异质性与科研影响力的关系[53]。J. Gorraiz 等利用双边合作论文被引度(CDB)、皇冠指数(CI)、国内皇冠指数(domestic crown indicators,DCI)、合作皇冠指数(collaborative crown indicators,CCI)、引用增长量(CG)等指标测度不同合作类型对国际科研合作的影响[52]。B. S. Lancho-Barrantes 提出了合作引用率增量(CRIC)指标测度从不同的合作国所获取的引用率增量[24]。A. Inzelt 等定义了引用影响增量(Δk)测度匈牙利高等教育机构国际科研合作对论文引用影响力提升的促进程度[60]。

显然,要量化测算论文的学术质量,本身就是一个非常困难的问题,最多只能是对论文质量的一种量化刻画而不可能真正准确计量出论文的质量水平,因此这些指标的推广价值不大、使用率不可能高。而且,要试图以复杂的量化的方式确定论文的质量(即学术研究的水平质量),本身就存在着问题。越是复杂化的计算指标,其实是越没有推广使用的价值。同时,学术研究的质量水平,学术共同体的定性价值判断应当是最权威的。

(3)h 指数类复合指标。h 指数(h-index)是一个混合量化指标,2005 年由美国加利福尼亚大学圣地亚哥分校的物理学家乔治·希尔施提出,用于评估科研人员的学术产出数量与学术产出水平[61]。h 指数复合指标像 h 指数一样,是综合了科研产出数量与质量两方面的复合量化指标。在目前国际科研合作与科研绩效关系的研究中,为更好的反映科研产出绩效很多学者利用这种综合指标(见表 3)来进行测度。如林卉用 h 指数作为表征论文影响力的指标,分析机构合作程度与论文影响力的相关性[62]。A. Basu 等提出 GIFCOL(gain in impact through foreign collaboration,国际科研合作提升影响力增量)指标来测度机构国际科研合作对科研产出数量和质量的双重效应[36]。G. Prathap 采用二阶方法将论文数量和质量结合起来,提出国外合作指标(index of foreign collaboration,IoFC)和合作均衡度指标(index of evenness of collaboration,IoEC),并在 GIFCOL 指标的基础上提出了改良版的 "GIFCOL" 指标,测度国际合作对机构或组织科研产出价值提升的影响程度[39]。

### 3.3 国际科研合作与科研绩效评价的主要分析方法

在国际科研合作与科研绩效关系研究中不仅需要数据的支撑、指标的度量,还需要科学合理的分析方法呈现最终的研究结果。综合分析现有国际科研合作与科研绩效关系的研究,可将学者采用的分析方法归为文献计量学方法、社会网络分析方法、统计学分析的方法三大类。

表 2 科研合作与科研产出绩效分析的质量类指标

| | 指标 | 含义 | 计算方法 |
|---|---|---|---|
| 经典指标 | 论文被引频次(C) | 选定样本及时间窗的基础上论文的总被引频次 | - |
| | 论文篇均被引频次(CPP) | 选定样本及时间窗的基础上每篇论文的被引频次 | $CPP=\frac{论文总被引频次}{总论文数}$ |
| | 高被引论文数(NHCP) | 选定样本中近十年来被引频次排在前 1% 的论文(ESI) | - |
| | 期刊影响因子(IF) | 论文所发表的期刊的影响因子 | 期刊引证报告(journal citation report,JCR) |
| 衍生指标 | 国际合作论文未被引论文比率(UICPR) | 选定样本及时间窗内已发表但未被引用的论文占总论文的比例 | $UICPR=\frac{国际合作论文中未被引的论文数}{国际合作论文总数}$ |
| | 论文效率分数(E) | 每篇论文自发表之日起,每年度的平均被引次数 | $E(论文)=\frac{论文总被引频次}{(当前日期-出版年)}$ |
| | 相对引文率(RCR) | 国家(地区)发表的论文的平均引文数相对于其发表的期刊平均引文数的大小 | $RCR=\frac{平均观察引文率(MOCR)}{平均期望引文率(MECR)}$ |
| | 相对引文影响力指数(RCII) | 国家(地区)发表的论文的平均引文数相对于其发表的期刊平均引文数的大小 | $RCII=\frac{RCR-1}{RCR+1}$ |
| | 相对引文影响(RCI) | 国际合作在不同学科领域的合作质量 | $RCI=\frac{给定领域国际合作论文的平均引文数}{给定领域所有论文的平均引文数}$ |
| | 国际合作论文效率指数(ICPEI) | 国际与国内合著论文的相对影响力 | $ICPEI=\frac{国际合著论文被引频次/国内合著论文被引频次}{国际合著论文数/国内合著论文数}$ |
| | 平均标准化期刊影响力(MNJS) | 作者发表论文期刊的相对影响力 | $MNJS=\frac{作者论文发表期刊的平均引文数}{领域内所有论文发表期刊平均引文数}$ |
| | 平均标准化引用分数(MNCS) | 作者发表论文的相对影响力 | $MNCS=\frac{作者所有论文的平均引文数}{领域内所有论文的平均引文数}$ |
| | 双边合作论文被引度(CDB) | 双边合作论文的相对影响力 | $CDB=\frac{双边合作论文的被引次数}{合作论文的总被引次数}$ |
| | 皇冠指数(CI) | 所测对象的科研影响力相对于领域平均水平的大小 | $CI=\frac{CPP}{FCSm}=\frac{\sum_{i=1}^{n}(c_i/n)}{\sum_{i=1}^{n}(e_i/n)}=\frac{\sum_{i=1}^{n}c_i}{\sum_{i=1}^{n}e_i}$ |
| | 引用增长量(CG) | 国际合作论文相对于非国际合作论文的被引增量 | $CG=\frac{(CPP_{COOP}-CPP_{countryonly})}{CPP_{countryonly}}$ |
| | 合作引用率增量(CRIC) | 从合作国家获取的引用率增量 | $CRIC_{A\to B}=\frac{C_{A\to AB}}{C_{AB}}/\frac{C_{A\to B}}{C_{AB}}$ |
| | 引用影响增量(Δk) | 国际科研合作对论文引用影响力提升的促进程度 | $\Delta k=\frac{z_k-\sum_i n_{ki}\left(\frac{z_i}{n_i}\right)}{n_k}$ |

注:表中皇冠指数(*CI*)计算公式中,CPP 为篇均被引量,FCSm 为所测领域平均引文,$c_i$ 为论文 *i* 的引文数,$e_i$ 为论文所在领域的引文数,n 为论文总数;引用增长量(*CG*)计算公式中 $CPP_{COOP}$ 为国际合作论文的篇均被引量,$CPP_{countryonly}$ 为非国际合作论文的篇均被引量;合作引用率增量(*CRIC*)计算公式中,A、B 代表 *A*、*B* 两个国家的论文数,AB 代表两个国家合作论文数,引用数$_{X\to Y}$表示 *X* 论文集对 *Y* 论文集的引用数;引用影响增量(Δk)计算公式中 $z_k$ 为被分析的对象与合作伙伴 k 一起发表的论文的总被引频次,$n_{ki}$为被分析的对象在第 i 年内与合作伙伴 k 一起发表的论文数,$z_i$ 为被分析的对象在第 *i* 年内发表论文的总被引频次,$n_i$ 为被分析的对象在第 i 年内发表的论文数,$n_k$ 为被分析的对象与合作伙伴 k 一起发表的论文数

表 3 科研合作与科研绩效分析的 h 指数复合指标

| 指标 | 含义 | 计算方法 |
|---|---|---|
| h 指数 | 某作者、机构、学科等至多有 h 篇论文分别被引用了至少 h 次 | - |
| GIFCOL | 国际科研合作对机构科研产出论文数量和质量的双重影响 | $GIFCOL=\frac{机构 A 的国际合著论文的累积影响}{机构 A 的所有论文的累积影响}\times 100\%-\frac{机构 A 的国际合作论文数}{机构 A 的所有论文数}\times 100\%$ |
| "GIFCOL" | 国际科研合作对机构或组织科研产出价值提升的影响程度 | $GIFCOL=\frac{国际合著论文数}{总论文数}\times\frac{国际合作论文的影响力}{所有论文的影响力-1}$ |

3.3.1 文献计量学方法 多数国际科研合作与科研绩效关系的研究中均有文献计量学的方法,其中最常用的是引文分析法,其利用各种数学、统计学的方法对文献的引证和被引证关系进行分析,测度引文的年代、

引文的数量、引文的国别等。如利用总被引频次、篇均被引频次、期刊影响因子以及一些衍生的指标来衡量论文的质量和影响力,揭示国际科研合作对科研产出论文的效用[38,45]。

3.3.2 社会网络分析方法 社会网络分析方法是一种集数学、统计学、图论等一体的定量分析方法,是对社会网络的关系结构及属性加以分析的一套规范和方法。在国际科研合作网络结构特征与科研绩效关系的研究中均会涉及此类方法,研究中以社会网络分析为视角,将原本不可计算的国际科研合作主体(国际、机构、科研人员个体)通过合作关系构建网络,通过网络节点和边的参数对网络结构特征进行揭示。如借助中心度(度中心度、介数中心度、接近中心度)、网络密度、聚集系数等指标表征合作网络的结构特征,进而探究这些结构特征与科研绩效间可能的关系[42－44,54]。

3.3.3 统计学分析的方法 国际科研合作与科研绩效关系研究中应用最多的分析方法是统计学的方法,此类方法多用于科研合作与绩效关系的探索部分,具体包括描述性统计、假设检验、相关分析、回归分析、对应分析[33]、主成分分析[42]以及自建模型,下面主要对几种应用较频繁的分析方法进行简述。

(1)描述性统计(descriptive statistics)。部分研究仅通过简单的数量统计分析而不涉及复杂的计算来反映国家科研合作对科研绩效的影响[57,60]。如朱世琴等采用期望、频率比分析了科研合作对论文质量的影响,总体来看,华东理工大学的国际合作论文质量要远高于国内合作和无合作论文,而国内合作论文略优于无合作论文,但不同学院的情况有所不同[63]。郑如青等通过频数统计国际合作论文的篇数及论文的影响因子,结果说明国际科研合作与学术交流对促进北京大学的社会科学研究水平的提高有十分明显的作用[64]。

(2)假设检验(hypothesis testing)。国际科研合作与科研绩效关系研究中,部分学者通过假设检验分析不同合作的科研绩效间是否存在显著性差异,检验方法包括 T 检验、Mann－Whitney U 检验、Kruskal－Wallis H 检验、卡方检验、方差分析(analysis of variance, ANCOVA)等。如王俊婧通过 T 检验和卡方检验测度国际合作论文与非国际合作论文的被引频次及未被引频次之间的显著性差异[55]。T. J. Chen 等通过 Mann－Whitney U 检验测度国际合作论文发表期刊的影响因子与无国际合作论文发表期刊的影响因子的显著性差异[65]。S. Uddin 等通过 Kruskal－Wallis H 检验和 T 检验测度不同合作者数量和合作国数量论文的论文效率分数(E)的显著性差异[41]。R. Leimu 等通过方差分析测度不同合作水平间论文的年度引用率的差异性[30]。

(3)相关分析(correlation analysis)。相关分析是研究两个或两个以上处于同等地位的随机变量间相关关系的统计分析方法,侧重分析现象间是否相关、相关的方向和密切程度。国际科研合作与科研绩效关系的研究中,部分学者通过 Spearman 相关分析[42,50]揭示国际科研合作与科研绩效间的相关关系。如石燕青等分析国际合作指标国际合作产量(international collaboration productivity,ICP)、国际合作率(ICR)、国际合作幅度(ICA)与论文总产量(P)、论文被引频次(C)、论文所在期刊的影响因子(IF)间的相关关系[51]。

(4)回归分析(regression analysis)。为确定国际科研合作与科研绩效相关的具体形式,确定其因果关系,很多学者选择回归分析的统计分析方法,具体的模型包括线性回归(linear regression)[9,17,35,54,66]、托比特回归(tobit regression)[50]、逻辑回归(logistic regression)[67]、负二项式回归(negative binomial regression)[37,44,52]等。如王文平针对因变量期刊影响因子构建了一般线性回归模型,针对因变量被引频次构建了负二项式回归模型,分析合作国的科研影响力、中美合作、国际合作规模、通讯作者国别、基金资助等解释变量对中国国际合作论文质量的影响[20]。N. K. Avkiran 通过托比特回归模型测度非合作论文与合作论文影响力的差异性。

(5)自建模型(self－build model)。一些学者根据具体的研究需求,基于研究的自变量、控制变量、解释变量自主建立分析模型,这类模型相对来说更具针对性。如 L. Aldieri 等构建了非代际交叠模型(non－overlapping generations model,NOLG 模型)探索德国、法国、意大利、英国和俄罗斯几个欧洲国家高校内部和外部科研合作对其科研绩效的影响[68－69]。G. Abramo 等构建了交叉延宕模型(cross－lagged panel model)分析科研合作与科研生产力的关系以及决定它们相互关系的因素[70]。G. A. Ronda－Pupo 等构建了幂率模型,发现古巴自然科学领域国际科研合作与基于引文的科研绩效间存在幂率相关性,国际合作论文比国内合作论文表现出更强的马太效应[71]。

## 4 结论与展望

本研究从研究层次、分析指标、分析方法三个维度对国际科研合作与科研绩效关系研究的论文进行了梳

理,综合国际科研合作与科研绩效关系研究的现状可得出:

(1)分析层次方面:宏观(国家、地区或区域等)和中观(机构、团队或领域等)层面的分析较多,以科学家为样本的微观层面的分析较薄弱;分析载体方面多集中于可测度性强、稳定性高的合著论文的统计和分析。未来需要加强科学家层面国际科研合作对科研绩效影响的研究,展示微观层面国际科研合作产生的影响;并尝试以合作专利、合作项目、合作交流、合作建设平台、合办会议等更为丰富的科研合作行为为分析载体研究国际科研合作与科研绩效的关系,或尝试融合多元的科研合作行为来分析国际合作对绩效的影响并分析比较不同科研合作行为对科研绩效影响的差异,而这部分研究的难点在于合著关系以外的科研合作关系量化的问题。

(2)分析指标方面:许多已有研究多采用较单一的科研合作指标来研究国际科研合作对绩效的影响,然而合作指标之间可能会相互影响,单独考虑某一因素对科研绩效的影响得出的结果可能与综合考虑诸多因素后得出的结果有出入,如某一作者的国际合作强度对绩效的影响可能还受作者本身科研能力的影响;此外,科研绩效指标的选取方面,多测度的是国际科研合作的直接效益,有些研究选择产出数量为绩效指标,有些选择产出质量为绩效指标,难以全面衡量国际科研合作的绩效。未来研究需加强表征科研合作和科研绩效综合类指标的探索,如在合作指标选取方面,除了比较单个合作指标对科研绩效的影响,还应考虑在指标交互的作用下合作对绩效的影响;在科研绩效的测度方面建议全面比较不同绩效指标可能对研究结论的影响,而非用单一的指标片面的衡量科研绩效。

(3)分析方法方面:国际科研合作与绩效的关系探索多采用统计学传统的分析方法,建模定量分析的方法相对较少。未来需要根据具体的研究需求加强针对性分析模型的创建,并对一些具有重要意义的变量进行控制,如国际、机构、领域、作者等本身的科研影响力、合作规模等。



**参考文献:**

[1] PRICE D. Little science, big science[M]. New York: Columbia University Press, 1963.

[2] 陈强教授课题组. 主要发达国家的国际科技合作研究[M]. 北京:清华大学出版社, 2015.

[3] 科技部出台『十五』期间国际科技合作发展纲要[J]. 中国石油和化工, 2001(2):10-11.

[4] 国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020年)[EB/OL]. [2018-06-15]. http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/gjkjgh/200811/t20081129_65774.htm.

[5] National Science Board. Science and Engineering Indicators 2018[R]. Alexandria, VA: National Science Foundation, 2018.

[6] HE T. International scientific collaboration of China with the G7 countries[J]. Scientometrics, 2009, 80(3):571-582.

[7] 中国科技网.《中国国际科研合作现状报告》在京发布[EB/OL]. [2018-06-19]. http://www.stdaily.com/cxzg80/kebaojicui/2017-07/03/content_557905.shtml.

[8] 浦墨, 袁军鹏, 岳晓旭,等. 国际合作科学计量研究的国际现状综述[J]. 科学学与科学技术管理, 2015(6):56-68.

[9] BARJAK F, ROBINSON S. International collaboration, mobility and team diversity in the life sciences: impact on research performance[J]. Social geography, 2008, 3(1):23-36.

[10] ADAMS J D, BLACK G C, CLEMMONS J R, et al. Scientific teams and institutional collaborations: Evidence from U.S. universities, 1981-1999[J]. Research policy, 2005, 34(3):259-285.

[11] GONZALEZ-BRAMBILA C N, VELOSO F M, KRACKHARDT D. The impact of network embeddedness on research output[J]. Research policy, 2013, 42(9):1555-1567.

[12] KATZ J S, MARTIN B R. What is research collaboration? [J]. Research policy, 1997, 26(1):1-18.

[13] ZIMAN J. Prometheus bound: Science in a dynamic steady state[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

[14] HEFFNER A G. Funded research, multiple authorship, and sub authorship collaboration in four disciplines[J]. Scientometrics, 1981, 3(1):5-12.

[15] 赵蓉英, 温芳芳. 科研合作与知识交流[J]. 图书情报工作, 2011, 55(20):6-10.

[16] 樊春良. 关于国际科学合作过程与效益的案例研究——基于国家自然科学基金国际合作项目的案例[J]. 中国科学基金, 2015(2):129-134.

[17] KATZ J S, HICKS D. How much is a collaboration worth? A calibrated bibliometric model[J]. Scientometrics, 1997, 40(3):541-554.

[18] MA N, GUAN J. An exploratory study on collaboration profiles of Chinese publications in molecular biology[J]. Scientometrics, 2005, 65(3):343-355.

[19] HAYATI Z, DIDEGAH F. International scientific collaboration among Iranian researchers during 1998 - 2007[J]. Library hi tech, 2010, 28(3):433-446.

[20] 王文平. 基于科学计量的中国国际科技合作模式及影响研究[D]. 北京:北京理工大学, 2014.

[21] ARUNACHALAM S, SRINIVASAN R, RAMAN V. International collaboration in science: Participation by the Asian giants[J]. Scientometrics, 1994, 30(1):7-22.

[22] ADAMS J, GURNEY K, MARSHALL S. Patterns of international collaboration for the UK and leading partners[R]. Report commis-

sioned by the UK Office of Science and Innovation, Evidence Ltd., 2007.

[23] GUERRERO BOTE V P, OLMEDA - GÓMEZ C, MOYA - ANEGÓN F. Quantifying the benefits of international scientific collaboration[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2013, 64(2), 392-404.

[24] LANCHO - BARRANTES B S, GUERRERO - BOTE V P, MOYA - ANEGÓN F D. Citation increments between collaborating countries[J]. Scientometrics, 2013, 94(3):817-831.

[25] BORDONS M, GÓMEZ I, FERNÁNDEZ M T, et al. Local, domestic and international scientific collaboration in biomedical research[J]. Scientometrics, 1996, 37(2):279-295.

[26] AVKIRAN N K. Scientific collaboration in finance does not lead to better quality research[J]. Scientometrics, 1997, 39(2):173-184.

[27] VAN RAAN A F J. The influence of international collaboration on the impact of research results[J]. Scientometrics, 1998, 42(3):423-428.

[28] ARUNACHALAM S, DOSS M J. Science in a small country at a time of globalisation: domestic and international collaboration in new biology research in Israel[J]. Journal of information science, 2000, 29(1):39-49.

[29] GLÄNZEL W, SCHUBERT A. Double effort = Double impact? A critical view at international co - authorship in chemistry[J]. Scientometrics, 2001, 50(2):199-214.

[30] LEIMU R, KORICHEVA J. Does scientific collaboration increase the impact of ecological articles? [J]. Bioscience, 2005, 55(5):438-443.

[31] ABRAMO G, D'ANGELO C A, Costa F D. Research collaboration and productivity: is there correlation? [J]. Higher education, 2009, 57(2):155-171.

[32] NARIN F, STEVENS K, WHITLOW E S. Scientific co - operation in Europe and the citation of multinationally authored papers[J]. Scientometrics, 1991, 21(3):313-323.

[33] SUÁREZ - BALSEIRO C, GARCÍA - ZORITA C, SANZ - CASADO E. Multi - authorship and its impact on the visibility of research from Puerto Rico[J]. Information processing and management, 2009, 45(4):469-476.

[34] 贺天伟. 中国国际合作论文的科学计量学研究[J]. 中国科学基金, 2009, 23(2):93-97.

[35] PUUSKA H M, Muhonen R. International and domestic co - publishing and their citation impact in different disciplines[J]. Scientometrics, 2014, 98:823-839.

[36] BASU A, AGGARWAL R. International collaboration in science in India and its impact on institutional performance[J]. Scientometrics, 2001, 52(3):379-394.

[37] GOLDFINCH S, DALE T, JR D R. Science from the periphery: collaboration, networks and 'periphery effects' in the citation of New Zealand crown research institutes articles, 1995-2000[J]. Scientometrics, 2003, 57(3):321-337.

[38] FREDERIKSEN L F. Disciplinary determinants of bibliometric impact in Danish industrial research: Collaboration and visibility[J]. Scientometrics, 2004, 61(2):253-270.

[39] PRATHAP G. Second order indicators for evaluating international scientific collaboration[J]. Scientometrics, 2013, 95(2):563-570.

[40] CARAYOL N, MATT M. The exploitation of complementarities in scientific production process at the laboratory level[J]. Technovation, 2004, 24(6):455-465.

[41] UDDIN S, HOSSAIN L, ABBASI A, et al. Trend and efficiency analysis of co - authorship network[J]. Scientometrics, 2012, 90(2):687-699.

[42] ORTEGA J L. Influence of co - authorship networks in the research impact: Ego network analyses from microsoft academic search[J]. Journal of informetrics, 2014, 8(3):728-737.

[43] 李文聪, 何静, 董纪昌. 网络嵌入视角下国内外合作对科研产出的影响差异——以中国干细胞研究机构为例[J]. 科学学与科学技术管理, 2017, 38(1):98-107.

[44] KIM M J. A bibliometric analysis of physics publications in Korea, 1994-1998[J]. Scientometrics, 2001, 50(3):503-521.

[45] HE Z L, GENG X S, CAMPBELL - HUNT C. Research collaboration and research output: a longitudinal study of 65 biomedical scientists in a New Zealand university[J]. Research policy, 2009, 38(2):306-317.

[46] SOORYAMOORTHY R. Do types of collaboration change citation? Collaboration and citation patterns of South African science publications[J]. Scientometrics, 2009, 81(1):177.

[47] ABRAMO G, D'ANGELO C A, SOLAZZI M. The relationship between scientists' research performance and the degree of internationalization of their research[J]. Scientometrics, 2011, 86(3):629-643.

[48] ABRAMO G, D'ANGELO C A, SOLAZZI M. Are researchers that collaborate more at the international level top performers? An investigation on the Italian university system[J]. Journal of informetrics, 2011, 5(1):204-213.

[49] 邱均平, 曾倩. 国际合作是否能提高科研影响力——以计算机科学为例[J]. 情报理论与实践, 2013, 36(10):1-5.

[50] AVKIRAN N K. An empirical investigation of the influence of collaboration in Finance on article impact[J]. Scientometrics, 2013, 95(3):911-925.

[51] 石燕青,孙建军. 我国图书情报领域学者科研绩效与国际合作程度的关系研究[J]. 情报科学,2017,35(11):114-120.

[52] GORRAIZ J, REIMANN R, GUMPENBERGER C. Key factors and considerations in the assessment of international collaboration: a case study for Austria and six countries[J]. Scientometrics, 2012, 91(2):417-433.

[53] BORDONS M, APARICIO J, COSTAS R. Heterogeneity of collaboration and its relationship with research impact in a biomedical

field[J]. Scientometrics, 2013, 96(2):443 - 466.
[54] 汪小帆, 李翔, 陈关荣. 网络科学导论[M]. 北京:高等教育出版社, 2012.
[55] 王俊婧. 国际合作对科研论文质量的影响研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2013.
[56] BRAUN T, GLÄNZEL W, SCHUBERT A. Scientometric indicators. A 32 - country comparison of publication productivity and citation impact[J]. Journal of chemical research, 1985, 4(1):568 - 569.
[57] GLÄNZEL W. National characteristics in international scientific co - authorship relations[J]. Scientometrics, 2001, 51(1):69 - 115.
[58] GLÄNZEL W, SCHUBERT A and CZERWON H. A bibliometric analysis of international scientific cooperation of the European Union (1985 - 1995) [J]. Scientometrics, 1999, 45(2):185 - 202.
[59] MAY R M. The scientific wealth of nations[J]. Science, 1997, 275(5301):793 - 796.
[60] INZELT A, SCHUBERT A, SCHUBERT M. Incremental citation impact due to international co - authorship in Hungarian higher education institutions[J]. Scientometrics, 2009, 78(1):37 - 43.
[61] HIRSCH J E. An index to quantify an individual's scientific research output[J]. Proceedings of the national academy of sciences of the united states of America, 2005, 102(46):16569 - 16572.
[62] 林卉. 机构合作网络与论文合作影响力研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2014.
[63] 朱世琴, 沈汉, 霍丽萍,等. 科研合作对产出论文质量的影响——以华东理工大学为例[J]. 现代情报, 2018(3):164 - 170.
[64] 郑如青, 张琰. 北京大学科研国际合作的成效与发展对策[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2010, 46(5):851 - 854.
[65] CHEN T J, CHEN Y C, HWANG S J, et al. International collaboration of clinical medicine research in Taiwan, 1990 - 2004: A bibliometric analysis[J]. Journal of the Chinese Medical Association, 2007, 70(3):110 - 116.
[66] GAZNI A, DIDEGAH F. Investigating different types of research collaboration and citation impact: a case study of Harvard university's publications[J]. Scientometrics, 2011, 87 (2): 251 - 265.
[67] KATO M. The relationship between research performance and international collaboration in chemistry[J]. Scientometrics, 2013, 97(3):535 - 553.
[68] ALDIERI L, KOTSEMIR M N, Vinci C P. The impact of research collaboration on academic performance: an empirical analysis for Russian universities[EB/OL]. [2018 - 03 - 08]. http:// 10.1016/j.seps.2017.05.003.
[69] ALDIERI L, KOTSEMIR M N, Vinci C P. The impact of research collaboration on academic performance: an empirical analysis for some European countries[J]. Socio - economic planning sciences, 2017, 62:13 - 30.
[70] ABRAMO G, D'ANGELO A C, Murgia G. The relationship among research productivity, research collaboration, and their determinants[J]. Journal of informetrics, 2017, 11(4):1016 - 1030.
[71] RONDA - PUPO G A, SYLVAN KATZ J. The scaling relationship between citation - based performance and international collaboration of Cuban articles in natural sciences[J]. Scientometrics, 2016, 107(3):1423 - 1434.

**作者贡献说明:**

陈秀娟:进行研究资料收集、整理与分析,起草与修订论文;
张志强:提出论文研究思路,参与论文修订。



## A Review of the Impact of International Collaboration on Research Performance

Chen Xiujuan[1,2] Zhang Zhiqiang[1,2]

[1] Chengdu Library and Information Center, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041

[2] Department of Library Information and Archives Management, School of economics and management, University of Chinese Academy of Science, Beijing 100049

**Abstract:** [**Purpose/significance**] Research collaboration is a collaborative research work between different scientific research subjects on specific scientific issues to achieve complementary advantages. International research collaboration is of great significance to promote research performance. Understanding the current research status of the impact of international collaboration on research performance will provide a reference for the future research. [**Method/process**] This paper analyzes the literature about the impact of international collaboration on research performance from research sample, analysis indicators and analysis method based on the definition of international collaboration and research performance. [**Result/conclusion**] The analysis results show that the research field is rich in results at present. Domestic and international scholars are mainly from the macro (country or regional, etc.), meso (fields or institutions, teams, etc.) and micro (individuals) - 3 levels, using bibliometric, social network analysis and statistical analysis to study on the impact of

international collaboration on research performance, with the help of rich international collaboration indicators (simple count indicators and single ratio indictors) and research performance indicators (quantity indicators, quality indictors and indictors like h - index). The research needs to be strengthened including studying at the level of scientists and broadening the analysis based on more research collaboration behaviors; exploring comprehensive indicators of research collaboration and research performance; creating targeted analysis models and controlling some important variables.

**Keywords**: international research collaboration research performance research productivity output quantity output quality